



**UN SOLAR**  
**Prototipo de vivienda**  
**social sostenible**

**JAIME ALBERTO SARMIENTO OCAMPO**  
Editor

UNSOLAR

Prototipo de vivienda social sostenible

**UNSOLAR**  
**Prototipo de vivienda social sostenible**

Juan Carlos Castañeda Acero, Jaime Alberto Sarmiento Ocampo,  
Carlos Mauricio Bedoya Montoya, Jorge Eduardo Polanco Flórez,  
Orlando de Jesús Arcila Montoya



Medellín, 2023

© Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín

Facultad de Arquitectura

© Juan Carlos Castañeda Acero, Jaime Alberto Sarmiento Ocampo,  
Carlos Mauricio Bedoya Montoya, Jorge Eduardo Polanco Flórez,  
Orlando de Jesús Arcila Montoya

Primera edición, mayo de 2023

ISBN impreso: 978-958-505-208-6

ISBN digital: 978-958-505-209-3

Propuesta presentada por la Universidad Nacional de Colombia en el Concurso Solar Decathlon para América Latina y el Caribe 2015.

Proyecto editorial seleccionado en la Convocatoria interna de apoyo a la divulgación y difusión del conocimiento mediante la publicación de libros derivados de investigación de la Facultad de Arquitectura Sede Medellín, año 2021.

Edición

Sección de Publicaciones, Sede Medellín

cenpubli\_med@unal.edu.co

Corrección de textos: Janeth Posada Franco

Prohibida la reproducción total o parcial por cualquier medio  
sin la autorización escrita del titular de los derechos patrimoniales.

Impreso y hecho en Medellín, Colombia.

720.47

C17 Castañeda Acero, Juan Carlos

UNISOLAR : prototipo de vivienda social sostenible / Juan Carlos Castañeda Acero [y otros cuatro]. -- Primera edición. -- Medellín, Colombia : Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Arquitectura, 2023.  
1 recurso en línea (134 páginas) : ilustraciones,

mapas ISBN: 978-958-505-209-3

1. ARQUITECTURA SOSTENIBLE. 2. ARQUITECTURA – DISEÑOS Y PLANOS  
3. EDIFICIOS SOSTENIBLES – DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN. 4. ENERGÍA SOLAR.  
5. ARQUITECTURA Y CLIMA. 6. PARQUES URBANOS. I. Sarmiento Ocampo, Jaime Alberto. II. Bedoya Montoya, Carlos Mauricio. III. Polanco Flórez, Jorge Eduardo. IV. Arcila Montoya, Orlando de Jesús. V. Título

Catalogación en la publicación Universidad Nacional de Colombia. Sede Medellín

# Tabla de contenido

## PÁGINA

6	Presentación
9	Introducción
14	1. Diseño urbano <i>Juan Carlos Castañeda Acero</i>
40	2. Arquitectura <i>Jaime Alberto Sarmiento Ocampo</i>
57	3. Construcción sostenible <i>Carlos Mauricio Bedoya Montoya</i>
67	4. Proyecto estructural <i>Jorge Eduardo Polanco Flórez</i>
76	5. Diseño del sistema eléctrico <i>Orlando de Jesús Arcila Montoya</i>
103	6. Bioclimática y habitabilidad <i>Juan Carlos Castañeda Acero</i>
125	Listado de integrantes equipo UNAL
127	Lista de figuras
130	Lista de tablas
131	Índice de materias

# Autores

## JUAN CARLOS CASTAÑEDA ACERO

Profesor Asociado Universidad Nacional de Colombia. Arquitecto de la Universidad Nacional de Colombia y magíster en Proyectos Arquitectónicos y Urbanos de la Universidad de París VIII – Escuela de Arquitectura de París-Beleville.

## JAIME ALBERTO SARMIENTO OCAMPO

Profesor Asociado Universidad Nacional de Colombia. Arquitecto de la Universidad Nacional de Colombia y doctor de la Escuela de Arquitectura de Barcelona.

## CARLOS MAURICIO BEDOYA MONTOYA

Profesor Asociado Universidad Nacional de Colombia. Arquitecto Constructor y magíster en Hábitat de la Universidad Nacional de Colombia. Doctor en Proyectos de la Universidad Internacional Iberoamericana-México.

## JORGE EDUARDO POLANCO FLÓREZ

Profesor Emérito Universidad Nacional de Colombia. Ingeniero Civil de la Universidad del Cauca. Durante su ejercicio docente dirigió el Laboratorio de Estructuras de la Facultad de Minas y participó en proyectos de relevancia local y nacional en cálculo, diseño y diagnóstico de patologías de estructuras.

## ORLANDO DE JESÚS ARCILA MONTOYA

Profesor Asociado Universidad Nacional de Colombia. Ingeniero Electricista y magíster en Ingeniería Administrativa de la Universidad Nacional de Colombia. Durante su ejercicio docente hizo parte del Grupo de Investigación en Tecnologías Aplicadas GITA.

# Presentación

El Solar Decathlon es un concurso internacional universitario relacionado con la construcción de viviendas sostenibles a partir del empleo de energía solar. El concurso, que se originó hace poco más de una década por iniciativa del Departamento de Energía de Estados Unidos, con la participación de universidades norteamericanas, se extendió luego a Europa (España, Francia) y más recientemente a Asia (China). Para su corta trayectoria, el concurso ha ganado reconocimiento y reputación a nivel mundial como el concurso más importante sobre vivienda sostenible.

A finales del año 2015, en la ciudad de Cali se realizó la primera edición del Solar Decathlon para Latinoamérica y el Caribe (SDLAC 2015), esta vez promovido por los organizadores del concurso, la Alcaldía de Cali y los ministerios de Minas y Vivienda de Colombia. Como particularidad, y a diferencia de anteriores ediciones en las que se construían prototipos para viviendas aisladas, para esta edición se formuló la construcción de un prototipo perteneciente a un conjunto de vivienda colectiva, con la intención de atender directamente el sector de la vivienda de interés social en el trópico. Por otra parte, el concurso incluía en su valoración una serie de factores como innovación, planeación, diseño urbano y arquitectónico, currículum del equipo de trabajo y consecución de recursos, para lo cual se buscaron alianzas con empresas estratégicas.

Sin duda se trataba de una excelente oportunidad para que universidades de Colombia y el extranjero formularan propuestas de vivienda encaminadas a tratar temas energéticos –tan en boga últimamente–, pero también para abordar el tema de la vivienda social para Latinoamérica y el trópico, uno de los grandes déficits y problemas en la región.

El concurso estuvo estructurado en dos fases, la primera recogió una treintena de propuestas de universidades del mundo entre las que se seleccionaron dieciséis propuestas, y, la segunda, con los seleccionados en la primera fase, consistía en la elaboración del proyecto y construcción de un prototipo de vivienda a escala real y en pleno funcionamiento en la ciudad de Cali. Las propuestas fueron juzgadas bajo diez pruebas –de ahí su denominación de Solar Decathlon– tales como arquitectura, ingeniería y construcción, eficiencia energética, consumo energético, confort, sostenibilidad, funcionamiento; marketing, comunicaciones y conciencia social; diseño urbano y factibilidad, e innovación.

La Universidad Nacional de Colombia participó con el prototipo UNSOLAR. Se trató de una oportunidad en la que las facultades de Arquitectura y Minas de la Sede Medellín, y la Universidad en general, participaron en este certamen que procura ofrecer soluciones de vivienda para los sectores más desfavorecidos de Colombia (se calcula que en Colombia hay un déficit de vivienda de más de 1 300 000 unidades). Mediante la participación en este concurso se buscaron otros beneficios, como la investigación en temas relacionados con la disminución y eficiencia de consumos energéticos, la implementación de nuevos materiales y técnicas constructivas, así como el ofrecimiento de vivienda social digna para el país y la región. Otro beneficio que se buscó fue el fortalecimiento de la triada Estado-Empresa-Universidad, esencial para el desarrollo del país.

La propuesta de la Universidad Nacional de Colombia contó con la participación inicial de treinta y siete alumnos de diferentes disciplinas, como ingenierías civil, de control, eléctrica, administrativa, mecánica, química e industrial, así como arquitectura, construcción y agronomía, y asesores en campos de sostenibilidad, construcción, energía, entre otros. Así que se ha tratado de un trabajo interdisciplinario, que incluso se pudo extender a otras sedes de la Universidad. La construcción del

prototipo se realizó en principio a manera de ensayo en la ciudad de Medellín y posteriormente en la ciudad de Cali, y contó con la participación de estudiantes de las sedes de Medellín y Palmira, que llegaron a reforzar el ingente esfuerzo que se desarrolló para tener el prototipo a punto para la competencia y la exhibición.

En la fase de construcción y competencia, el prototipo UNSOLAR de la Universidad Nacional de Colombia se exhibió en la Universidad del Valle, y fue uno de los prototipos más visitados y con mejores comentarios, pues los planteamientos inicialmente previstos, por ejemplo la implementación de un patio como elemento regulador en términos bioclimáticos y la utilización de materiales propios de la región, como bloques de BSC y cañabrava, fueron algunos de los elementos diferenciadores con respecto a las demás propuestas.

Finalmente, el prototipo UNSOLAR ocupó un honroso cuarto lugar, entre quince finalistas del concurso. Con ello también se abrieron otras perspectivas académicas, investigativas y de extensión, como la posibilidad de continuar con el trabajo interdisciplinario con otras facultades de la Universidad, constituir un laboratorio interdisciplinario de vivienda social sostenible y desarrollar trabajo de extensión con empresas patrocinadoras.

En este libro se recogen las memorias de lo que fueron algunos de los parámetros y las disciplinas más importantes de la propuesta presentada por la Universidad Nacional de Colombia, entre las que destacan el urbanismo, la arquitectura, la construcción, las ingenierías civil y eléctrica, y por último, los aspectos que se tuvieron más en cuenta sobre la sostenibilidad. Los textos fueron escritos por algunos de los profesores y asesores que participaron durante el concurso. Nos queda la experiencia aquí reflejada; la satisfacción de haber cumplido con las expectativas del proyecto, pues la propuesta y el prototipo construido ofrecen soluciones concretas y factibles a problemas reales de la comunidad y del entorno; al igual que el impulso para seguir avanzando en el tema de vivienda social sostenible que tanto se requiere en los contextos locales y de la región.

*Jaime Alberto Sarmiento Ocampo*

# Introducción

Para llevar a cabo el desarrollo de la propuesta, tanto a nivel de diseño como de construcción a escala real, se hizo necesario establecer una metodología de trabajo mediante la cual se aprovechara el potencial de las diversas disciplinas convergentes en el equipo, de tal modo que incluyera a estudiantes, profesores y asesores. Así entonces se planteó un objetivo general conducente a recopilar, en una propuesta final, la mayor parte de las ideas de los integrantes; sin embargo, condensar en una idea final las decenas de propuestas o comentarios de cada participante hubiera requerido un tiempo que no se acomodaba a los límites establecidos por la organización de la competencia, además de provocar una sistematización de datos bastante dispendiosa, por lo cual se decidió conformar cuatro grupos, cada uno de ellos con estudiantes de las distintas facultades de la Sede Medellín, de tal manera que estas propuestas surgieran con la impronta del necesario trabajo interdisciplinario (figura 1).

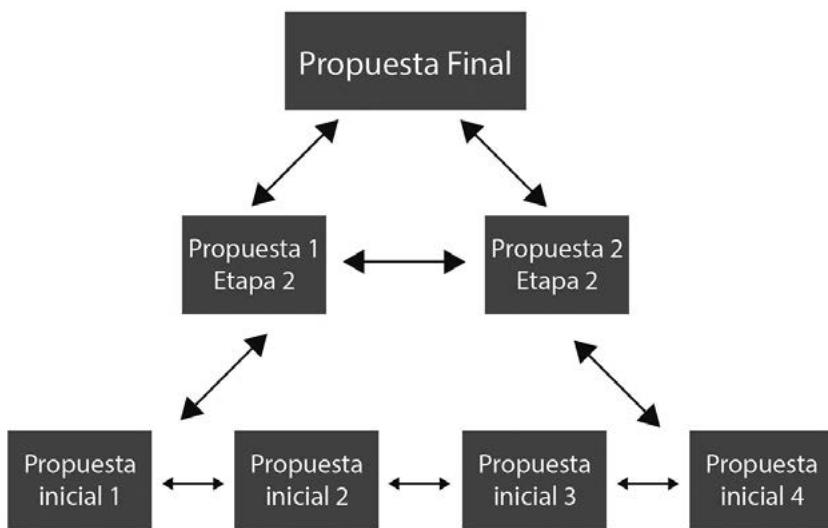


Figura 1. Metodología por grupos para propuesta final.

Fuente: elaboración propia, equipo Universidad Nacional de Colombia (UNAL).

Cada grupo presentó una idea ante todo el equipo. El énfasis no era ganarle a otro grupo o idea, sino socializar lo que cada uno consideraba la propuesta pertinente, en todo momento argumentada y abierta a reconocer las bondades de los otros grupos. Esto generó un ambiente no competitivo, pero sí de permanente reciprocidad y colectividad. Luego de que cada grupo expusiera su idea, los profesores y asesores pasaron a identificar las fortalezas de cada una de ellas, y así se pudo establecer, ya con la participación de los estudiantes, cuál idea estaba más completa o mejor argumentada. De estas primeras cuatro propuestas se escogieron dos, y se conformaron dos grupos, sin la sensación de que allí hubiera propuestas perdedoras o descartadas; al contrario, las dos escogidas para continuar el proceso recogían con creces los aciertos de las otras dos. Cada integrante sintió que hacía parte de una propuesta grupal que maduraba. Una vez se identificó la propuesta definitiva, todo el equipo de trabajo manifestó verse reconocido en ella, por lo tanto, todos los esfuerzos estarían concentrados en la cualificación del proyecto colectivo (figuras 2 y 3).



Figuras 2 y 3. Socialización y cualificación de propuestas.  
Fuente: fotografías equipo UNAL.

Al contar con una propuesta definitiva sobre la cual trabajar de cara a la construcción e instalación del prototipo UNSOLAR, se identificaron los integrantes que estarían en diseño arquitectónico, planteamiento estructural, instalaciones técnicas y especiales, eficiencia energética, ecomateriales y recurso hídrico. En esta etapa fue importante la permanente participación de los profesores expertos y asesores en estas temáticas, ya que era trascendental que, desde el primer trazo del grupo de

diseño arquitectónico, se contemplaran las características de sostenibilidad ecológica, técnica; la tecnología, la viabilidad económica y la pertinencia del proyecto con el contexto social y cultural de la comunidad de Navarro, en la ciudad de Cali, a quienes estaba dirigida la aplicación del prototipo ganador (figura 4).



Figura 4. Taller social con la comunidad de Navarro.

Fuente: fotografía equipo UNAL.

Conforme avanzó este proceso de diseño, fue notoria la inclusión de las capacidades de cada integrante del grupo, lo que permitió que los conocimientos y experiencias adquiridos por medio de proyectos de investigación o de la participación en eventos científicos y técnicos a nivel local e internacional de estudiantes, profesores y asesores se vieran reflejados en la integralidad del prototipo, lo que se evidenció en la posterior construcción a escala real de la vivienda, y su transporte hasta la Villa